

VI-190

凸形セグメントを用いたシールド高速施工法について

西松建設	正会員	坪井 広美
西松建設		内田 克己
西松建設		山口 潮

1. はじめに

凸形セグメントは継手面をその1/2幅において円周方向に突出させた、ピース形状が凸字形の偶数等分割のセグメントであり、その形状と組立て方法により「標準型」と「同時掘進対応型」の2種類がある。このうち、同時掘進対応型は1ピースごとに段違いに組み立てることで、シールド掘進とセグメント組立を並行作業とすることができ、施工の高速化が可能なセグメントである。本報では同時掘進対応型凸形セグメントを用いた高速施工法を示し、従来型セグメントを用いた施工と1リング当たりの施工時間を比較することにより、その有効性を報告する。

2. 凸形セグメントの特徴

凸形セグメントリング概念図を図-1に、同時掘進対応型のセグメントピース概念図を図-2にそれぞれ示す。構造的な特徴は2種類共通で以下の通りである。

- ①セグメントリングの剛性が高い；継手面の形状により作用外力をトンネル円周方向の広い範囲に受け持たせるため、千鳥組みされた従来型セグメントリングと同等以上のリング剛性を単独リングで有する。
- ②継手構造の簡略化が可能である²⁾；継手面に設けたせん断キー（ほぞ）と継手間隔の組み合わせで曲げモーメントを伝達できるため、継手ボルトは組立のために最低限必要な仕様とすることができるとともに、リング剛性が高いためリング間継手の簡略化も可能である。
- ③セグメント製作費を低減できる；全ピース同一形状のため型枠や鉄筋籠が1種類となること、継手構造の簡略化が可能であることから、セグメント製作費用が低減できる。
- ④内面の平滑性、耐食性が向上する；リング剛性が高いことから継手金物の数を減少させることができ、地盤条件によってはセグメント継手を省略することが可能なため、トンネル内面の平滑性および耐食性が向上する。

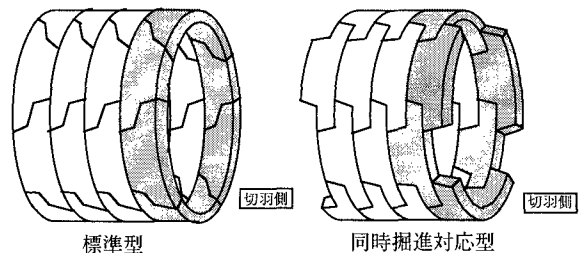


図-1 凸形セグメントリング概念図

3. 高速施工法の検討

(1) 検討の基本方針

高速施工法の検討にあたっては、シールド機の掘進速度やエレクトラ装置、セグメント搬入装置などの機構は従来通りとした。また、セグメント内径は、地下鉄単線断面を想定したφ4800mmとした。

(2) 高速施工法の概要と施工時間

同時掘進対応型凸形セグメントを用いた高速施工法の概要を図-3に、従来方式と比較した施工時間の試算値を表-1にそれぞれ示す。施工時間の試算において、従来方式と異なる点は、1リング当た

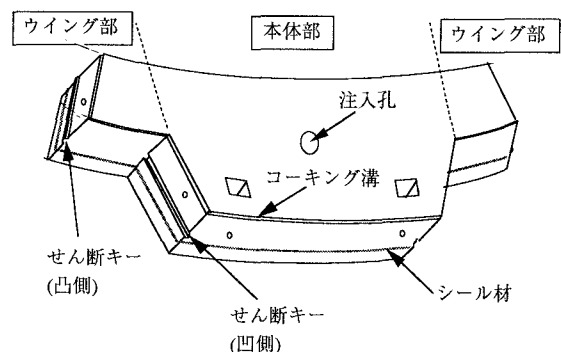


図-2 セグメントピース概念図（同時掘進対応型）

りのボルト本数の低減（従来型；ピース間24本+リング間21本=45本→凸形；ピース間12本+リング間12本=24本）による締結時間の短縮と、掘進・組立の並行作業による施工時間の短縮である。1リング当たりの施工時間の試算結果は、従来方式に対して53%となり、サイクルタイムを大幅に短縮できることがわかる。

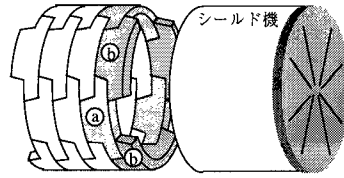
(3) 留意点

同時掘進対応型凸形セグメントを用いることにより、シールド機の機構を大幅に変更することなく施工の高速化が可能であるが、以下の4点に留意する必要がある。

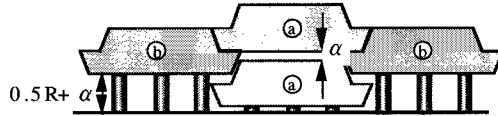
- ①シールドジャッキのストロークは全数[1リング長+ α]となる。また、軸挿入のためのセットバック量 α は本体部とウイング部との角度に依存するため、セグメントの構造および製作を考慮した最適な設計を行う必要がある。
- ②シールドジャッキ（スプレッド）は、ウイング部に配置できないため、ジャッキの配置に留意する必要がある。
- ③エレクタの軸方向スライド量は[1リング長]だけ必要となる。
- ④シールド機長は、シールドジャッキストローク延長量、テール部延長量[α]を考慮する必要がある。

4. おわりに

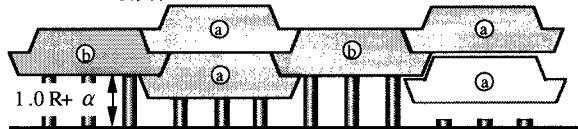
凸形セグメントはリング剛性が高く、継手ボルトの数、仕様を低減できることから、構造面のみでも従来型に比べて有利と言えるが、今回の検討で同時掘進対応型を使用することにより施工面でも施工時間を約半分にできる可能性を示すことができた。今後は軸挿入を容易にするガイドとしてのせん断キー形状、ボルトに代わる組立てが容易な継手構造、テーパーセグメント形状等について検討を加え、実施工での適用を通して施工性を確認する予定である。



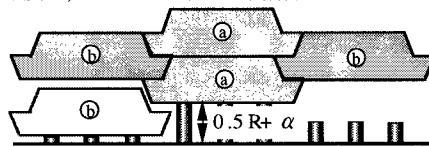
- (1) bジャッキのストロークが $0.5R + \alpha$ となった時、aジャッキを引き戻し、aピースの組立を開始する



- (2) bジャッキのストロークが $0.5R + \alpha \sim 1.0R + \alpha$ の間に、aピースを3ピース順次組立てる。



- (3) aジャッキのストロークが $0.5R + \alpha$ となった時、bジャッキを引き戻し、bピースの組立を開始する。



α ；軸挿入のためのセットバック量

図-3 高速施工法の概要

表-1 1リング当たりの施工時間の試算値

	従来方式 *1	高速施工法
セグメントの種別	従来型セグメント	同時掘進対応型凸形セグメント
掘進および組立作業の相互関係	独立	並行
セグメント組立方法	1ピース毎組立	1ピース毎組立
リング掘削時間	60分	60分
リング組立時間	90分	80分
リング施工時間	150分	80分
	100%	53%

条件；トンネル内径 $\phi 4800\text{mm}$ ，セグメント分割数=6分割，セグメント幅=1200mm

*1；基準にした従来方式のサイクルタイムは，土木学会トンネル 標準示方書（シールド編）より引用した。

【参考文献】

- 1) 三戸他：凸形セグメントの実物大載荷試験（その2）- リング載荷試験 -、土木学会第51回年次講演会概要集Ⅲ
- 2) 山崎他：凸形セグメントの実物大載荷試験（その1）- 継手曲げ試験 -、土木学会第51回年次講演会概要集Ⅲ